

# Anomalies cromàtiques a l'herpetofauna ibèrica: una revisió actualitzada

David Campos-Such

Fundació Limne. C. Quart, 80. 46008 València. Espanya. C.e.: recursos@limne.org

Aquest treball analitza la literatura publicada els darrers 17 anys en relació a cites d'albinisme, axantisme, piebaldisme, eritrisme, leucisme, melanisme, nigrisme o altres anomalies cromàtiques de l'herpetofauna ibèrica.

Mentre que els desordres hipomelànics mostren ser d'àmplia distribució, els casos de melanisme tenen un patró alt de presència a la zona nord de la península Ibèrica.

Suggerim que el melanisme termal podria ser un avantatge adaptatiu pels ectotèrms. No obstant això, discutim el possible efecte negatiu de les aberracions de coloració tenint en compte una diferent pressió per part dels predadors.

*Paraules clau:* albinisme, leucisme, melanisme, piebaldisme, pigmentació, revisió.

## Chromatic anomalies among the Iberian herpetofauna: an updated review

This paper analyses the literature published in the last 17 years regarding records of albinism, axanthism, erythrism, leucism, melanism, nigrism or piebaldism, among other chromatic anomalies in Iberian herps.

Whereas hypomelanistic disorders showed to be more widespread, melanism cases had a high occurrence pattern in the northern side of the Iberian Peninsula.

We suggest that thermal melanism could be an adaptive advantage for ectotherms. Notwithstanding this, we also discuss the possible negative effect of the color aberrations taking into account differences in predation pressure.

*Keywords:* albinism, leucism, melanism, piebaldism, pigmentation, review.

## Introducció

Els amfibis i rèptils mostren un ampli ventall de coloracions i patrons de taques diferents, que es relacionen amb diversos processos relacionats amb la reproducció, la captura de preses o l'evasió front els episodis de predació. De tant en tant, però, s'observen individus que difereixen de la norma, en presentar anomalies cromàtiques. Aquests individus sempre han suscitat curiositat i, al llarg de la història, el naturalisme científic ha anat prenent nota d'aquestes alteracions, mirant de classificar-les i d'analitzar-ne les causes.

En general, podem distingir dos grans blocs diferenciats de desordres: les anomalies relacionades amb l'absència de pigments (albinisme, leucisme,

piebaldisme, axantisme) i les anomalies relacionades amb l'excés de pigments (eritrisme, xantisme, melanisme, nigrisme, abundisme).

L'albinisme és, probablement, una de les anomalies pigmentàries més conegudes, consistent en una absència congènita d'eumelanina i faeomelanina. La primera controla els pigments negres i marrons i la segona s'encarrega dels rojos i grocs (Sunutcha *et al.*, 2015); això dóna una aparença d'absència total de color (ulls rojos i pell, pèl, plomes o escates de color blanc). Els ulls rojos que presenten els albins es deuen a l'absència total de color, que deixa entreveure la sang (van Grouw, 2006), una característica que ens permetrà diferenciar l'albinisme de la resta de desordres associats a la hipopigmentació. És

important remarcar, en aquest sentit, que no s'ha de confondre albinisme amb leucisme, que seria el cas on hi ha tan sols dèficit d'eumelanina.

Els individus leucístics presenten una coloració blanca a la pell, però mantenen els ulls amb la coloració normal i no presenten, per tant, el grau de fotosensibilitat característic dels albins (van Grouw, 2006).

Trobem un altre tipus d'albinisme parcial que rep el nom de piebaldisme, sent un desordre genètic que fa que algunes zones del cos no tinguin melanòcits, creant un patró de despigmentació heterogeni d'aparença caòtica, en forma de taques blanques amb independència del patró habitual de l'animal (Fernández *et al.*, 2012).

La coloració xàntica, d'altra banda, pot confondre's també amb l'albinisme o el leucisme. Parlem de xantisme (o flavisme) quan l'individu presenta una pigmentació groguenca (Fernández *et al.*, 2012), fruit d'un funcionament anòmal dels xantòfors.

L'eritrisme fa referència als individus que presenten coloracions ataronjades o enrogides relacionades amb una producció excessiva dels eritròfors (Fernández *et al.*, 2012), responsables de la producció de carotenoides.

Quan els individus tenen coloracions no habituals lligades a una coloració blava o grisosa, parlem d'axantisme, una deficiència relacionada amb l'absència de certs pigments de la pell, com ara els xantòfors, els eritròfors o els iridiòfors, que s'encarreguen de les tonalitats grogues, taronges o roges (Jablonski *et al.*, 2014). La coloració verda de les granotes, per exemple, és resultat de la superposició de pigmentació blava i groga (Solans & Ussia, 20013): en faltar la pigmentació groga, l'individu adquirix una tonalitat blavosa. Cal assenyalar, d'altra banda, que alguns casos d'axantisme, de vegades, es confonen amb melanisme (Martínez-Silvestre *et al.*, 2016). Això es deu al fet que els axàntics es caracteritzen per una coloració blava, gris blavosa, per un blau fosc general (inclús als ulls) o patrons foscos per tot el cos (Jablonski *et al.*, 2014).

El melanisme engloba aquells casos on s'observen individus foscos, com a resultat d'un increment anòmal de la producció de l'eumelanina dels melanòfors, les cèl·lules cromatòfores encarregades dels pigments marró i negre. Dins la parcel·la

d'alteracions melàniques hom pot diferenciar entre nigrisme i abundisme: la primera alteració defineix aquells casos on la coloració de l'individu es troba ocult per un enfosquiment massiu de tota la superfície corporal, mentre que la segona alteració assenyalada fa referència a aquells casos on s'observa una grandària forassenyada i anòmala del patró de taques fosques dels individus (Fernández *et al.*, 2015). Resulta interessant assenyalar que alguns casos de melanisme poden ser resultat d'una pigmentació cosmètica o ambiental (Hinckley *et al.*, 2015) on els animals queden tenyits per pols fina del substrat, que sol desaparèixer amb la muda (Arribas, 2014).

Amb anterioritat a aquest estudi es van fer revisions de les anomalies cromàtiques de rèptils i amfibis ibèrics a Rivera *et al.* (2001a) i a Rivera *et al.* (2001b). En aquests treballs es ressenyaven alteracions de 31 espècies de rèptils i 18 espècies d'amfibis però, si bé estaven enfocats a cercar i debatre les espècies d'àmbit peninsular, gran part de les cites d'espècies presents a la península Ibèrica provenien d'altres zones d'Europa (Alemanya, Anglaterra, Àustria, Còrsega, Eslovàquia, França, Itàlia, la Confederació Suïssa i Turquia, per exemple). Els estudis també recullen cites d'espècies europees no presents a la península Ibèrica, que ací hem eliminat de l'àmbit de l'estudi. S'inclouen, a més, exemplars insulars (citacions de les Illes Balears, Columbretes i Canàries) que al nostre treball s'han exclòs.

En aquest treball s'actualitzen els estudis ressenyats amb les citacions aparegudes a la literatura científica durant els darrers 15 anys, analitzant si algunes anomalies són més comunes a les poblacions d'amfibis, en comparar amb les de rèptils i viceversa. La principal innovació del treball, més enllà de l'actualització, és que mirem d'entrevore l'existència de patrons geogràfics, és a dir, si queda patent una distribució diferenciada de certes anomalies pel nostre territori, a mode de patró, del que puguen inferir-se algunes conclusions.

## Material i mètodes

S'ha portat a terme una anàlisi i revisió dels casos d'alteracions cromàtiques d'amfibis i rèptils de la península Ibèrica (i exclusivament dins la península) publicades a revistes científiques i butlletins

naturalistes durant el període 2000-2016. Per ampliar la recerca també s'han utilitzat cercadors especialitzats, principalment Google Scholar, amb diferents paraules clau corresponents a les espècies d'amfibis i rèptils combinades amb les possibles aberracions cromàtiques.

Els casos en què no s'especificava la localitat o cap referència geogràfica es van descartar. Les referències o descripcions que afectaven individus insulars també es van excloure de la metanàlisi, en entendre que el confinament geogràfic pot oferir un biaix. Un exemple d'aquest biaix el trobaríem, per exemple, al melanisme que patixen algunes lacèrtids als arxipèlags Balear i de Madeira (Arribas, 2014).

Dins l'anàlisi alguns casos han patit una reassignació: els casos en què es parlava d'albinisme parcial s'han considerat com a leucístics, a menys que la fotografia de l'exemplar suggerira altra alteració de la pigmentació. De fet, el terme "albinisme parcial" es considera hui en dia obsolet (van Grouw, 2006).

Els casos es van georeferenciar i classificar segons la tipologia d'anomalia. Sobre aquesta base de dades es van construir mapes de densitat per tal d'estudiar la distribució geogràfica dels casos amb absència de certs pigments o amb excés d'altres. Per tal de facilitar la visualització de dades al mapa, els desordres cromàtics s'han aglutinat en tan sols dues categories: hipo i hiperpigmentació. Hem discriminat, això sí, els casos que afectaven a amfibis i a rèptils.

Els mapes es creen amb el software R (R Development Core Team, 2012) i el paquet "ggmap" (Kahle & Wickham, 2013).

## Resultats i discussió

El resultat de la recerca bibliogràfica pot trobar-se a les Taula 1 i 2, on poden observar que s'han detectat anomalies a 13 espècies d'amfibis i a 19 espècies de rèptils. Tot i la varietat de tipologies d'aberracions cromàtiques, la major part de citacions trobades a la cerca bibliogràfica referixen casos d'albinisme, albinisme parcial o melanisme.

En el cas dels amfibis, el 80.64% de citacions correspon a casos d'hipopigmentació, sent l'albinisme la variant més habitual, amb un 54.84% de citacions. En el cas dels rèptils, per contra, l'anomalia més comuna és el melanisme, aglutinant el 67.74%

de la suma total de citacions. Les anomalies pigmentàries dels rèptils relacionades amb hipopigmentació suposen el 32.26% de citacions, on destaca l'albinisme, amb el 19.35% de les citacions.

Entre els amfibis, el 67.74% de les citacions corresponen a urodels, sent la salamandra comuna (*Salamandra salamandra*) l'espècie amb més anomalies pigmentàries registrades. Entre els rèptils, com hem assenyalat, el melanisme aglutina la major part de citacions. Dins la família Lacertidae, per exemple, el 82% de les cites incloses a l'estudi descriuen individus melànics. A la família Viperidae el percentatge és major, en trobar la totalitat de citacions associades exclusivament a melanisme. És aquest, de totes maneres, un patró que no és extensiu a d'altres serpents: dins la família Colubridae trobem que el 60% de citacions corresponen a albinisme o leucisme.

Dins la recerca s'han detectat espècies d'amfibis que no havien estat ressenyades a Rivera *et al.* (2001a): Alarcos *et al.* (2006) referixen albinisme a *Rana iberica*; Romero & Real (2007) i Busack (2014) donen a conèixer, respectivament, casos de leucisme i albinisme de *Triturus pygmaeus*.

També s'han detectat espècies de rèptils no registrades a Rivera *et al.* (2001b): Cabana & Vázquez (2008) descrigueren casos d'albinisme i leucisme per la serpeta cega en *Blanus cireneus*. A Arribas (2001) i Arribas (2014) es descriuen, respectivament, casos de piebaldisme i melanisme per *Iberolacerta aranica*. Arribas (2014) també recull casos de melanisme per *Iberolacerta bonnali* i *Iberolacerta galani*. També hem trobat cites de melanisme referides a *Podarcis bocagei* (Galán *et al.*, 2011) i casos d'albinisme de *Podarcis liolepis* (Miras & Mompert, 2015).

En relació a la nostra metanàlisi observem que els casos relacionats amb una absència o disminució de pigments presenten una distribució més o menys heterogènia dins la península Ibèrica, amb alguns buits a les zones sud-est i sud-oest, potser associades a una manca de mostreig (Fig. 1 A-C). En els casos d'hiperpigmentació també pot existir absència de mostreig a algunes zones però, malgrat això, observem un patró de distribució (Fig. 1 B-D). Hem d'entendre, doncs, que no existix cap patró geogràfic associat a les alteracions cromàtiques

d'hipopigmentació que ens faça pensar que suposen cap avantatge vers la resta d'individus de la població. Entendríem, al remat, que aquestes alteracions es presenten de manera àmplia i aleatòria i que, més que un avantatge, poden suposar un desavantatge.

La coloració d'amfibis i rèptils va lligada a comportaments clau en la recerca d'aliment o l'evasió front a predadors, com ara la cripsi, el mimetisme o l'aposematisme (Hinckley *et al.*, 2016). Una coloració anòmala, per tant, podria comprometre

l'animal i suposar un desavantatge greu. En el cas de l'albinisme, per exemple, els individus que presenten l'aberració normalment tenen problemes de visió que dificulten la comunicació intraespecífica, com la percepció dels senyals emesos per altres individus de la mateixa espècie, la qual cosa repercutix en la seua reproducció, en les relacions de dominància, en l'alimentació i en la supervivència, ja que no detecten amb eficàcia els depredadors ni les preses (Kornilios, 2014; citat a Miras & Mompart, 2015).

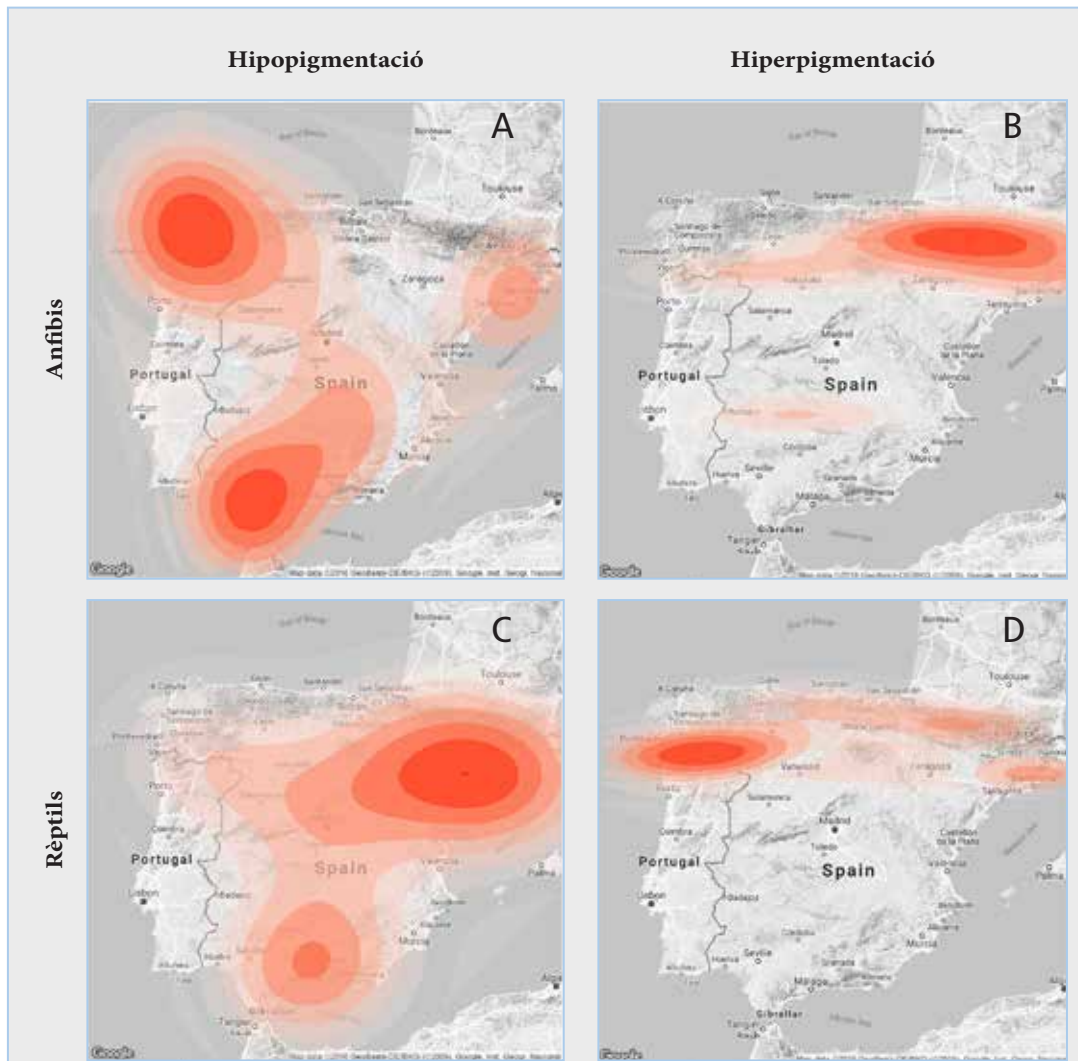


FIGURA 1. Mapes de densitat d'anomalies cromàtiques.

FIGURE 1. Chromatic anomalies density maps.

El cas de l'excès de pigments és prou diferent i apunta la possibilitat d'un avantatge pels individus que presenten aquesta alteració cromàtica. Hi ha diverses teories que intenten explicar com ha evolucionat el melanisme i quins avantatges adaptatius comporta aquesta anomalia cromàtica. Una de les que empeny amb més força és la del melanisme termal, que especifica que, en condicions de baixa temperatura o menor radiació solar, ser més fosc esdevé un avantatge adaptatiu, sobretot en el cas d'animals ectotèrmes (Martínez-Freiría *et al.*, 2012; Clusella-Trullas *et al.*, 2007; Daniels *et al.*, 2004).

Dins l'àmbit del nostre estudi vam observar que les zones amb major densitat de citacions de rèptils o amfibis melànics (Fig. 1 B-D) se situen a la zona nord. La península Ibèrica té un marcat gradient latitudinal d'irradiància global i directa (Sancho *et al.*, 2012) i trobar melànics en aquestes zones seria congruent amb la teoria del melanisme termal. Tot i això, creiem que el nombre de citacions no és tan elevat com per a suposar que el melanisme és més avantatjós que els morfotipus normals, probablement perquè hi ha una alta pressió selectiva vers els individus melànics (Husak *et al.*, 2006) que contrarestarà els suposats avantatges en la termoregulació. Aquest supòsit el basem en què la major part de citacions parlen d'individus aïllats, més que de poblacions melàniques. Tampoc sol comentar-se el percentatge d'aparició envers el total de la població, que ens aportaria llum sobre la possibilitat d'existència de melanisme termal. Amb tot, algunes espècies i casos semblen ajustar-se millor que altres a la teoria del melanisme termal: Martínez-Freiría *et al.* (2012), per exemple, van trobar un 50% d'individus de *Vipera seoanei* amb esta anomalia cromàtica al Parc Natural de la Baixa Limia-Serra do Xurés (nord-oest de la península Ibèrica). Brito (2009) també assenyalava un alt percentatge de melanisme en *V. seoanei* a les serres de Soajo i Peneda, on els efectius hipermelànics poden arribar a representar el 85% de la població. D'altra banda, Sant-José *et al.* (2008) reporten, en un estudi dut a terme als Pirineus (nord-est de la península Ibèrica), una molt baixa taxa d'aparició de melànics de *Zootoca vivipara* (només un exemplar entre 515) i Martínez-Freiría *et al.* (2012) van reportar una escassa freqüència d'aparició d'exemplars melànics en una

població de l'escurçó *Vipera latastei* del nord-oest de la península Ibèrica.

Més enllà de les apreciacions descrites, queda patent el patró observat a la Fig. 1 B-D, que mostra que a les zones amb menor radiació solar hi ha una densitat major de melànics, en comparar amb la resta de la península Ibèrica, el que fa pensar que potser en zones de clima fred suposa un cert avantatge, però no és suficient per estendre's a tota la població, probablement per l'existència d'altres pressions negatives associades al canvi de coloració.

La hipòtesi del melanisme termal prediu que una coloració fosca (baixa reflectància) suposa un avantatge clau als climes freds, ja que els individus que presenten aquesta coloració es calfen més ràpid i arriben a temperatures d'equilibri més altes que els individus amb coloracions clares i alta reflectància (Clusella-Trullas *et al.*, 2007). Clusella-Trullas *et al.* (2008) apuntaven que també podria existir una relació plausible entre la reflectància i la massa corporal que, si bé no van poder confirmar amb les seues dades, implicaria que els melànics poden permetre's ser més grans en climes freds que els individus de pell clara, ja que es calfen abans. Estudis més recents, de fet, evidencien la correlació positiva entre el melanisme i una major forma física i longitud de certs rèptils de regions alpines (Castella *et al.*, 2013; citat a Baena & Oliveras, 2015).

Un cas a part són les poblacions de rèptils de les illes, on freqüentment s'ha assenyalat una taxa alta de melanisme (Fulgione *et al.*, 2008; Runemark *et al.*, 2010; Arribas, 2014). A més de la millor termoregulació ressenyada anteriorment, en el cas dels lacèrtids insulars s'ha especulat que el melanisme podria afavorir la cripsa a les zones d'ombra (Salvador, 2014); Raia (2010), d'altra banda, assenyalava que el melanisme insular té vincles amb una major agressivitat i activitat sexual.

Caldria estudiar, doncs, la biometria i l'etologia dels melànics peninsulars, per entendre millor les implicacions i adaptacions que aquesta alteració pot suposar en zones de clima fred. A més, convé aprofundir en l'estudi de la proporció de melànics dins d'aquestes poblacions: a la llum de les dades aportades s'entreveu un patró de distribució coherent amb la teoria del melanisme termal, però cal vore quins factors fan que no tinga una major incidència.

## Bibliografia

- Aguilar, F., García, J. & Vico, R. 2011.** Albinisme en exemplars de granota verda ibèrica (*Pelophylax perezii*) a Tarragona. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 19: 145-148.
- Alaminos, E. & Lázaro, J.J. 2011.** Un caso de albinismo en *Natrix maura* en el sur de la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 22: 81-82.
- Alarcos, C., Ortiz, M.E., Fernández-Beneítez, M.J., Madrigal, J. & Lizana, M. 2006.** Un caso de albinismo de rana ibèrica en Sanabria (Zamora). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 17: 44-45.
- Albadalejo, P. 2008.** Caso de melanismo en *Natrix natrix* en el Parque Nacional de Picos de Europa. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 19: 38-39.
- Amat, F., Sanuy, D. & Palau, A. 2011.** Biología del tritón pirenaico en el Ibón de Acherito (Pirineos Centrales). *Endesa*. 52p.
- Arribas, O., Carranza, S. & Odierna, G. 2006.** Description of a new endemic species of mountain lizard from Northwestern Spain: *Iberolacerta galani* sp. nov. (Squamata: Lacertidae). *Zootaxa*, 1240: 1-55.
- Arribas, O. 2001.** Taxonomic revision of the Iberian 'Archaeolacertae' IV. Diagnosis, morphology and geographic variation of *Iberolacerta aranica* (Arribas, 1993). *Herpetozoa*, 14: 31-54.
- Arribas, O. 2014.** Albinismo y melanismo en *Iberolacerta* Arribas, 1997: Revisión y nuevos casos. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 21: 1127-1133.
- Arribas, O. & Rivera, X. 2014.** Un nou cas de melanisme a *Calotriton asper*. *Butll. Soc. Catalana Herpetologia* 21: 24-26.
- Ayllón, E. 2013.** Primera observación de una puesta albina de *Bufo bufo* en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 24 (1): 69-70.
- Baena, O. & Oliveras, I. 2015.** Nou cas de melanisme en *Vipera aspis* (Linnaeus, 1758) al massís del Montseny (Vallès Oriental; Catalunya). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 22: 29-30.
- Benavides, J., Viedma, A., Cliviles, J., Ortiz, A. & Gutiérrez, J.M. 2000.** Albinismo en *Alytes dickhilleni* y *Salamandra salamandra* en la Sierra del Castril (Granada). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 11: 83.
- Bermejo, A. & Otero, R. 2012.** Dos casos de melanismo en *Lissotriton boscai* en Zamora. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 23 (1): 41-43.
- Boada, M., Aguirre, D. & Maluquer-Margalef, J. 2011.** Troballa d'un exemplar de Salamandra comuna *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) albina al Montnegre (Vallès Oriental; Catalunya). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 19: 180-183.
- Brito, J.C. 2001.** A record of melanism in *Vipera latastii*. *Herpetological Bulletin*, 76: 28-29.
- Brito, J.C. 2009.** Víbora cantábrica - *Vipera seoanei*. En: Salvador, A., Marco, A. (Eds.). *Enciclopedia Virtual de los Vertebrados Españoles*. Museo Nacional de Ciencias Naturales, Madrid.
- Busack, S. 2014.** Complete albinism in a larval *Triturus pygmaeus*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 25 (1): 15.
- Busack, S. & Donaire, D. 2014.** Albinism in *Pleurodeles waltl*. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 25 (1): 12-14.
- Cabana, M. & Vázquez, R. 2008.** Albinismo parcial y total de *Blaes cinereus* (Vandelli, 1797) en la Península Ibérica. *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 19: 39-40.
- Castella, B., Golay, J., Monney, J.C., Golay, P., Mebert, K. & Dubey, S. 2013.** Melanism, body condition and elevational distribution in the asp viper. *Journal of Zoology* 290: 273-280.
- Ceacero, F. & Pedrajas, L. 2006.** Albinismo e hipomelanismo en culebra viperina. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 17: 53-55.
- Clusella-Trullas S, van Wyk JH, Spotila JR. 2007.** Thermal melanism in ectotherms. *Journal of Thermal Biology*, 32: 235-245.
- Clusella-Trullas, S., Terblanche, J. S., Blackburn, T. M., & Chown, S. L. 2008.** Testing the thermal melanism hypothesis: a macrophysiological approach. *Functional ecology*, 22(2): 232-238.
- Daniels, S.R., Mouton, P. le F.N. & Toit, D.A. 2004.** Molecular data suggest that melanistic ectotherms at the southwestern tip of Africa are the products of Miocene climatic events: evidence from cordylid lizards. *Journal of Zoology*, 263: 373-383.
- Díaz-Paniagua, C. Gómez-Rodríguez, C., Porthault, A. & de Vries, W. 2005.** Los anfibios de Doñana. *Naturaleza y Parques Nacionales. Serie Técnica. Organismo Autónomo Parques Nacionales. Ministerio de Medio Ambiente*.
- Diego-Rasilla, F. J. & Luengo, R. M. 2007.** Varios casos de albinismo en *Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768). *Boletín de la Asociación Herpetológica Española*, 18: 92.
- Diego-Rasilla, F. J., Luengo, R. M. & Rodríguez-García, L. 2007.** *Triturus marmoratus* (Marbled Newt). Albinism. *Herpetological Review*, 38 (1): 68.
- Domènech, S. 2001.** Un nou cas de melanisme en *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) (Caudata, Salamandridae). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 15: 101-102.
- Fernández, M.A., Muntada, C. & Díaz, J. 2001.** Albinisme a quatre larves de *Salamandra salamandra* (Linnaeus, 1758) al massís del Montseny. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 15: 105-106.
- Fernández, D., Vázquez, R. & Eiras, J. 2012.** Variabilidad de patrones y pigmentación en *Salamandra salamandra gallaica* Seoane, 1884. *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 20: 115-120.
- Fernández-Cardenete, J.R., Luzón-Ortega, J.M., Pérez-Contreras, J. & Tierno de Figueroa, J.M. 2000.** Revisión

- García-Roa, R. & Sainz, P. 2012.** Un caso de xantismo en larvas de *Pelobates cultripes* en la Península Ibérica. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 23(1): 14-16.
- Giner, G., Gómez, D. & Roig, J. 2009.** Nou cas de *Pleurodeles waltii* Michaelles, 1830 (Caudata; Salamandridae) albi, a Tortosa (Baix Ebre - Catalunya). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 18: 118-120.
- Gómez, D. 2016.** Nou cas de melanisme en *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768) (Sauropsida, Squamata, Lacertidae) al massís del Montseny (Vallès Oriental; Catalunya). Butlletí de la Societat Catalana Herpetologia 23: 90-92.
- Gómez, D., Roig, J. & Giner, G. 2011.** Dos casos de melanisme en *Natrix maura* (Linnaeus, 1758) (Squamata; Colubridae) a Sant Celoni (Vallès Oriental; Catalunya). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 19: 142-144.
- van Grouw, H. 2006.** Not every white bird is an albino: sense and nonsense about colour aberrations in birds. Dutch Birding, 28(2): 79-89.
- Hinckley, A., Herrero, D., & de Castro Vidal, A.G. 2015.** First case of a facial dark pattern in *Mauremys leprosa*. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 26(1): 33-35.
- Husak, J.F., Macedonia, J.M., Fox, S. F. & Saucedo, R.C. 2006.** Predation cost of conspicuous male coloration in collared lizards (*Crotaphytus collaris*): an experimental test using clay-covered model lizards. Ethology 112: 572-580.
- Jablonski, D., Alena, A., Vlcek, P., & Jandzik, D. 2014.** Axanthism in amphibians: A review and the first record in the widespread toad of the *Bufo* *viridis* complex (Anura: Bufonidae). Belgian Journal of Zoology, 144(2): 93-101.
- Jiménez-Cazalla, F. 2011.** Albinismo en un adulto de *Pelophylax perezi* en el sur de Cádiz (SO de la Península Ibérica). Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 22: 62-65.
- Kahle, D., & Wickham, H. 2013.** ggmap: Spatial Visualization with ggplot2. The R Journal, 5(1), 144-161.
- Kornilios, P. 2014.** First report of piebaldism in scolecophidians: a case of *Typhlops vermicularis* (Squamata: Typhlopidae). Herpetology Notes, v.7:401-403.
- Lesparre, D. 2001.** Un caso de albinismo en la culebra de escalera (*Elaphe scalaris*). Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 12(1): 17.
- Manjón, N. 2011.** Caso de albinismo total en *Rhinechis scalaris*. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 22: 78-79.
- Martínez-Freiría, F., Pardavila, X. & Lamosa, A. 2012.** Un nuevo caso de melanismo en *Vipera latastei*. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 23 (1): 51-54.
- Martínez-Silvestre, A., Soler & Montori, A. 2016.** Axantismo en *Pelophylax perezi*: nuevas citas en Cataluña. Boletín de la Asociación Española de Herpetología, 27(1): 53-55.
- Martínez-Silvestre, A., Soler, J., Gener, J.M., García, M. & Martí, C. 2009.** Albinismo total de *Coronella girondica* en la Península Ibérica. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 20: 44-45.
- Miras, M. & Mompert, J.M. 2015.** Primer cas d'albinisme en *Podarcis liolepis* (Boulenger, 1905) (Sauropsida, Squamata, Lacertidae). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 22: 70-72.
- Moreno, D., Fernández, D. & Aranda, D. 2009.** Descripción de coloración anómala en el tritón verd *Triturus marmoratus* (Latreille, 1800) a Taradell (Osona, Catalunya). Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 18: 121-122.
- Pedrajas, L., Ceacero, F., Rodríguez, M. & Villodre, A. 2006.** Coloración atípica en un macho de *Lissotriton boscai* (Lataste, 1879). Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 17: 34-35.
- R Development Core Team. 2012.** R: a language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available: <http://www.R-project.org/> (March 2015).
- Raia, P., Guarino, F.M., Turano, M., Polese, G., Rippa, D., Carotenuto, F., Monti, D.M., Cardi, M. & Fulgione, D. 2010.** The blue lizard spandrel and the island syndrome. BMC Evolutionary Biology, 10: 289.
- Rivera, X., Arribas, O. & Martí, F. 2001a.** Revisión de anomalías pigmentarias en los anfibios de la Península Ibérica y de Europa. Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 15: 59-75.
- Rivera, X., Arribas, O. & Martí, F. 2001b.** Anomalías pigmentarias en las especies de reptiles presentes en la Península Ibérica, Islas Baleares y Canarias. Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia, 15: 76-88.
- Rodríguez, M. 2016.** Nuevo registro de un ejemplar de *Pelobates cultripes* albino en Zamora. Boletín de la Asociación Española de Herpetología, 27(1): 50-51.
- Romero, D. & Real, R. 2007.** Albinismo parcial en un macho de *Triturus pygmaeus* (Wolterstorff, 1905). Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 18: 93.
- Runemark, A., Hansson, B., Pafilis, P., Valakos, E.D. & Svensson, E.I. 2010.** Island biology and morphological divergence of the Skyras wall lizard *Podarcis gaigeae*: a combined role for local selection and genetic drift on color morph frequency divergence? BMC Evolutionary Biology, 10: 269.
- Sá-Sousa, P. & Brito, J.C. 2001.** Melanismo en *Podarcis bocagei* en el norte de Portugal. Boletín de la Asociación Herpetológica Española, 12: 86-87.
- Salvador, A. 2014.** *Podarcis pityusensis* (Boscá, 1883). En: Reptiles, 2ª edición, revisada y aumentada. Salvador, A. (coord.) Fauna Ibérica, vol. 10. Ramos, MA et al. (eds). Museo Nacional de Ciencias Naturales. CSIC. Madrid. 589-601.
- San-José, L.M., González-Jimena, V., Fitze, P.S. 2008.** Frequency and Phenotypic Differences of Melanistic and Normally Colored Common Lizards, *Lacerta (Zootoca) vivipara* of the Southern Pyrenees (Spain). Herpetological Review, 39(4): 422-425.
- Sancho, J. M., Riesco, J., Jiménez, C., Sánchez de Cos, M.C., Montero, J. & López, M. 2012.** Atlas de Radiación Solar en España utilizando datos del SAF de Clima de EU-METSAT. 162 pp. Ministerio de Agricultura, Alimentación y Medio Ambiente. Madrid.

**Serra-Cobo, J., Uiblein, F. & Martínez-Rica, J.P. 2000.** Variation in sexual dimorphism between two populations of the Pyrenean salamander *Euproctus asper* from ecologically different mountain sites. *Belg. J. Zool.* 130 (1): 63-69.

**Solans, D. & Ussia, E. 2003.** Nota sobre una reineta meridional (*Hyla meridionalis* Boettger, 1874) de coloració blava a Castelletçol (Vallès Oriental, Catalunya). *Butlletí de la Societat Catalana d'Herpetologia*, 16: 119-120.

**Suntrarachun, S., Chanhome, L., & Thaveekarn, W. 2015.** Sequencing Variation in Pigmentation Genes of Albino Cobra. *International Journal of Pure & Applied Bioscience*, 3 (3): 208-215.

**Villodre A., Villodre J. & Ceacero F. 2009.** *Pleurodeles waltl* (Spanish ribbed newt). Albinism. *Herpetological Review*, 40 (2): 197-198.

Rebut el 14 de febrer de 2017. Acceptat el 17 d'agost de 2017.



Família	Gènere	Espècie	Albinisme	Leucisme	Piebaldisme	Xantisme	Axantisme	Melanisme	Negrisme	Referències
Alytidae	<i>Alytes</i>	<i>dickhilleni</i>	x							Benavides et al., 2000
		<i>obstetricans</i>	x							Diego-Rasilla & Luengo, 2007
Bufonidae	<i>Epidalea</i>	<i>calamita</i>	x							Díaz-Paniagua et al., 2005
		<i>spinulosus</i>	x							Ayllón, 2013
Hylidae	<i>Hyla</i>	<i>meridionalis</i>					x			Solans & Ussia, 2013
		<i>cultripes</i>		x						García-Roa & Sainz, 2012
Pelobatidae	<i>Pelobates</i>			x						Rodríguez, 2016
			x							Jiménez-Cazalla, 2011
Ranidae	<i>Pelophylax</i>	<i>perezi</i>	x							Aguilar et al., 2011
		<i>iberica</i>	x							Martínez-Silvestre et al., 2016
	<i>Rana</i>							x		Alarcos et al., 2006
										Amat et al., 2011
	<i>Calotriton</i>							x		Arribas & Rivera, 2014
		<i>asper</i>								Serra-Cobo et al., 2000
	<i>Lissotriton</i>									Galán, 2010
		<i>boscai</i>		x						Pedrajas et al., 2006
	<i>Pleurodeles</i>		x							Bermejo & Otero, 2012
		<i>waltli</i>	x							Giner et al., 2009
Salamandridae			x							Busack & Donaire, 2014
			x							Villodre et al., 2009
	<i>Salamandra</i>		x							Boada et al., 2011
		<i>salamandra</i>	x							Benavides et al., 2000
	<i>Triturus</i>		x							Fernández et al., 2001
		<i>marmoratus</i>	x							Fernández et al., 2012
			x							Diego-Rasilla et al., 2007
		<i>pygmaeus</i>	x							Moreno et al., 2009
										Domènech, 2001
										Romero & Real, 2007
										Busack, 2014

TAULA 1. Origen de les dades i la informació emprada a l'anàlisi d'anomalies cromàtiques d'amfibis.

TABLE 1. Data sources and information used in the analysis of chromatic anomalies in amphibians.

Família	Gènere	Espècie	Albinisme	Leucisme	Piebaldisme	Melanisme	Referències
Blainidae	<i>Blanus</i>	<i>cinereus</i>	x	x			Cabana & Vázquez, 2008
		<i>austriaca</i>				x	Fernández-Cardenete et al., 2000
		<i>griondica</i>	x				Martínez-Silvestre et al., 2009
Colubridae	<i>Hemorrhois</i>	<i>hippocrepis</i>				x	Fernández-Cardenete, et al., 2000
		<i>maura</i>	x	x			Alaminos & Lázaro, 2011
		<i>astreptophora</i>					Ceacero & Pedrajas, 2006
		<i>scalaris</i>				x	Gómez et al., 2011
Geoemydidae	<i>Rinechis</i>	<i>leprosa</i>		x			Manjón, 2011
		<i>aranica</i>					Lesparre, 2001
Lacertidae	<i>Iberolacerta</i>	<i>bonnali</i>			x		Hinckley et al., 2016
		<i>galani</i>					Arribas, 2001
		<i>bocagei</i>					Arribas, 2014
		<i>hispanica</i>					Arribas, 2014
		<i>liolepis</i>					Arribas, 2014
		<i>muralis</i>					Arribas, 2014
Viperidae	<i>Podarcis</i>	<i>vivipara</i>	x				Arribas et al., 2006
		<i>aspis</i>					Galán et al., 2011
		<i>latastei</i>					Sá-Sousa & Brito, 2001
		<i>seoanei</i>					García-Muñoz et al., 2011
		<i>seoanei</i>					Miras & Mompert, 2015
Zootoca	<i>Zootoca</i>	<i>aspis</i>					Gómez, 2016
		<i>latastei</i>					San-José et al., 2008
		<i>seoanei</i>					Baena & Oliveras, 2015
		<i>seoanei</i>					Brilo, 2001
Viperidae	<i>Vipera</i>	<i>latastei</i>					Martínez-Freiria et al., 2012
		<i>seoanei</i>					Fernández-Cardenete, et al., 2000
		<i>seoanei</i>					Martínez-Freiria et al., 2012
Viperidae	<i>Vipera</i>	<i>seoanei</i>					Brilo, 2009
		<i>seoanei</i>					

TAULA 2. Origen de les dades i la informació emprada a l'anàlisi d'anomalies cromàtiques de rèptils.

TABLE 2. Data sources and information used in the analysis of chromatic anomalies in reptiles..